

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
SPECIJALISTIČKI DIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ  
STROJARSTVO  
PROIZVODNO STROJARSTVO

STJEPAN JELENČIĆ

**KONSTRUKCIJA NAPRAVE ZA  
UPUCAVANJE VATRENOG ORUŽJA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Marijan Brozović, dipl.ing.

KARLOVAC, 2016.



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Trg J.J.Strossmayera 9  
HR-47000, Karlovac, Croatia  
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510  
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



## VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni / **specijalistički studij**: Strojarsva  
(označiti)

Usmjerenje: Proizvodno strojarstvo

Karlovac, 01.06.2016.

## ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Stjepan Jelenčić

Matični broj: 0111413019

Naslov: **KONSTRUKCIJA NAPRAVE ZA UPUCAVANJE VATRENOG ORUŽJA**

Opis zadatka:

Za potrebe proizvodnje potrebno je konstruirati napravu za upucavanje vatrenog oružja.

- u uvodu dati prikaz razvoja alata i naprava.
- u općem dijelu opisati stezne naprave i osnovne smjernice modeliranja.
- u razradi zadatka dati prikaz konstrukcije.
- u analizi rezultata prikazati napravu i upotrebu.
- Zaključak.

Zadatak izraditi i opremiti sukladno Pravilniku o završnom radu VUK-a.

Zadatak zadan:

01.06.2016.

Rok predaje rada:

01.06.2016.

Predviđeni datum obrane:

01.06.2016.

Mentor:

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

Marijan Brozović, dipl.ing.v.p.

**IZJAVA:**

Izjavljujem da sam završni rad na temu *Konstrukcija naprave za upucavanje vatrenog oružja* izradio samostalno koristeći navedenu literaturu, stečeno znanje tijekom studija i pod vodstvom mentora.

*Zahvaljujem se mentoru dipl.ing Marijanu Brozoviću na prihvaćanju mentorstva i vođenju kroz rad. Svojim roditeljima, Dušanu i Štefaniji na moralnoj i financijskoj potpori i podršci tijekom cjelokupnog školovanja. Zahvaljujem se svim profesorima, prijateljima i ostalima koji su mi na bilo koji način pomogli tijekom studija.*

*Stjepan Jelenčić*

## SAŽETAK:

U ovom završnom radu razrađena je tema o konstrukciji naprave za upucavanje vatrenog oružja. Prikazana je konstrukcija 3D modela koja je popraćena s detaljnim prikazom izrade, konstrukcijskim rješenjima, te sastavljanje sklopova. Nakon izrade 3D modela, u prilogu se nalazi kompletna tehnička dokumentacija. Konstrukcija i tehnička dokumentacija je rađena u SolidWorks-u. Na kraju u analizi rezultata prikazana je upotreba naprave u tvornici HS PRODUKT.

## SUMMARY:

In this thesis, the construction device for shooting firearms is elaborated. The construction of 3D models is shown, which is accompanied by detailed production process, construction solutions, and assembling details. After 3D models construction overview, complete technical documentation is attached. Construction and technical documentation is made in SolidWorks. At the end of the analysis, results show the use of device at the HS PRODUKT factory.

## SADRŽAJ

<b>1.</b>	<b>UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>OPĆI DIO.....</b>	<b>2</b>
<b>2.1</b>	<b>Stezne naprave.....</b>	<b>2</b>
2.1.1.	Osnovni zadaci steznih naprava.....	2
2.1.2.	Osnovna pravila konstruiranja steznih naprava .....	3
2.1.3.	Prednosti i nedostaci steznih naprava .....	4
2.1.4.	Vrste steznih naprava.....	4
2.1.5.	Podjela steznih naprava: .....	6
2.1.6.	Podjela specijalnih steznih naprava .....	6
2.1.7.	Materijali za izradu steznih naprava .....	6
2.1.8.	Elementi steznih naprava .....	7
2.1.9.	Standardni elementi steznih naprava .....	8
2.1.10.	Održavanje steznog alata .....	10
<b>2.2</b>	<b>Osnovne smjernice modeliranja.....</b>	<b>11</b>
2.2.1.	Uvodni dio .....	11
2.2.2.	Sketch- skica.....	12
2.2.3.	Reference .....	15
2.2.4.	Simetričnost .....	17
2.2.5.	Hijerarhija <i>Featurea</i> .....	18
2.2.6.	Označavanje <i>Featurea</i> .....	19
2.2.7.	Programski paket SolidWorks .....	20
<b>3.</b>	<b>POSTAVKA ZADATKA.....</b>	<b>21</b>
<b>4.</b>	<b>IZRADA ZADATKA .....</b>	<b>22</b>
<b>4.1</b>	<b>Općenito o upucavanju oružja .....</b>	<b>22</b>
<b>4.2</b>	<b>Zahtjevi konstrukcije .....</b>	<b>27</b>
<b>4.3</b>	<b>Konstrukcija naprave .....</b>	<b>27</b>
4.3.1.	Pomično postolje .....	28
4.3.2.	Prednji stezač .....	29
4.3.3.	Zadnji stezač sa osloncom .....	31
4.3.4.	Regulacijski sklop- podešavanje vertikalno i horizontalno .....	32
4.3.5.	Postolje naprave.....	36

4.3.6.	Prikaz gotove naprave.....	37
<b>5.</b>	<b>ANALIZA DOBIVENIH REZULTATA .....</b>	<b>38</b>
<b>6.</b>	<b>ZAKLJUČAK .....</b>	<b>40</b>
<b>7.</b>	<b>LITERATURA .....</b>	<b>41</b>
<b>8.</b>	<b>PRILOZI .....</b>	<b>41</b>

## 1. UVOD

Analizirajući razvoj društva kroz povijest, uvijek je u centru pažnje bila djelatnost rada, kvalitetna, na vrijeme i s minimalnim naporom. Da bi se to postiglo, čovjek je počeo koristiti razne alate i naprave. Cilj uporabe alata i naprava kroz povijesti alati i naprave koristile su se kako bi se olakšao i ubrzao rad. U početku su to bila vrlo jednostavna oruđa koja su se razvijala paralelno s razvojem ljudskog društva i civilizacije. Zadnjih 70 godina razvoj alata počeo je ubrzano napredovati zbog masovne proizvodnje raznih uređaja i opreme. Brzom razvoju alata pridonijela je masovna proizvodnja različitih uređaja i opreme.

Gledano u strojarskoj proizvodnji, razvojem proizvodnje javljaju se zahtjevi za što kvalitetnijim i jeftinijim proizvodom, a da je ujedno izrađen u što kraćem vremenu. Industriji to predstavlja veliki izazov, jer je osnovni cilj svake industrije da postigne čim veću proizvodnost. Da bi postigli taj cilj, industrije se bave istraživanjem i razvojem raznih alata i naprava. Cilj im je pomoću tih alata i naprava povećati produktivnost, ekonomičnost, fleksibilnost i kvalitetu.

U današnje vrijeme još uvijek je najzastupljenija obrada odvajanjem čestica. Približno 80% strojnih dijelova u strojarstvu obrađuje se odvajanjem čestica (glodanjem, tokarenjem, rezanjem, bušenjem). Tendencija je da se smanji broj operacija obradom odvajanjem čestica drugim postupcima oblikovanja, ali će zbog daljnjeg širenja i razvoja strojarstva obrada odvajanjem čestica i dalje rasti. Zbog toga će operacije završne i fine obrade na suvremenim obradnim strojevima biti sve više zastupljene. Zbog sve užih tolerancija pozicija pri finoj obradi, utjecaj reznog alata i kvaliteta steznih naprava znatno se povećava i dobiva na značaju.

## **2. OPĆI DIO**

### **2.1 Stezne naprave**

Pod terminom stezne naprave, odnosi se nus proizvod koji je bitan za svaku proizvodnju. Stezne naprave su sredstva za proizvodnju koja se primjenjuju kod izvođenja operacija strojne obrade, montaže i kontrole. One predstavljaju posebne uređaje koji moraju izvršiti:

1. Strojne obrade: čvrsto stegnut obradak na stroj i točno pozicionirati u odnosu na alat
2. Montaža: privremeno pričvrstiti dva različita elementa da se olakša sastavljanje
3. Kontrola: precizno stegnut proizvod radi olakšanog mjerenja i kontrole

#### **2.1.1. Osnovni zadaci steznih naprava**

- poboljšanje i pojednostavljenje tehnološkog procesa proizvodnje
- smanjenje troškova proizvodnje zbog bržeg i točnijeg načina rada
- puna zamjenjivost dijelova
- siguran rad na radnom mjestu
- obradak ne smije promijeniti početni položaj
- sile stezanja trebaju biti dovoljne kako bi onemogućile okretanje ili pomicanje dijelova
- obradak se mora stegnuti jednostavno i brzo



### **2.1.2. Osnovna pravila konstruiranja steznih naprava**

Problem izrade stezne naprave neophodno je promatrati s nekoliko gledišta. Konstrukcija stezne naprave mora zadovoljiti osnovni uvjet – što više primjeniti standardne dijelove i elemente. Način i postupak stezanja steznom napravom uvelike ovise o načinu i količini proizvoda, vrsti proizvodnje.

Konstruktor naprave, kao i kod reznih alata mora vrlo dobro poznavati uređaj (alatni stroj) i tehnologiju proizvodnje proizvoda – kako bi mogao načiniti kvalitetnu konstrukciju. Stoga, pri konstrukciji steznih alata treba pratiti nekoliko uputstava za jednostavnije i lakše konstruiranje:

- Za izradbu steznog alata neophodna je uska suradnja konstrukcijskog i tehnološkog tima.
- Prije početka konstruiranja neophodno je provjeriti broj dijelova koji će se navedenim alatom obrađivati. Na taj način se određuje materijal i rok izradbe stezne naprave.
- Potrebno je provjeriti ima li sličnih alata na skladištu – kako se ne bi dva puta radila ista naprava već samo preradila slična. Također, potrebno provesti analizu takvih troškova prerade.
- Koristiti što je moguće više standardnih dijelova.
- Naprava mora biti određenih svojstava – čvrstoće i krutosti. Masa stezne naprave ne bi trebala biti prevelika ukoliko određeni dijelovi trebaju biti prenosivi.
- Mehanizam stezanja mora biti jednostavan i lagan, što kraći. Vrijeme stezanja mora biti što kraće.
- Stezna naprava mora omogućiti preglednost i vidljivost alata. Odvojene čestice se moraju odvajati bez zapinjanja i opasnosti za radnika. Sredstvo za hlađenje i podmazivanje mora bez zadržavanja otjecati.
- Spojeve stezne naprave (zavarivanjem, kovanjem i sl.) ne treba opterećivati nepotrebno velikim silama. Prilikom stezanja potrebno je izbjegavati primjenu alata poput čekića i odvijača.
- Stezna naprava ne smije dovoditi u zabunu prilikom postavljanja obratka.

### 2.1.3. Prednosti i nedostaci steznih naprava

Prednosti:

- brzo i točno postavljanje obratka
- izbjegavanje skupog ocrtavanja i obilježavanja radnog predmeta
- smanjivanje broja mjerenja
- smanjenje lomova, kvarova i zatupljenja reznih alata
- osiguranje točnosti dimenzija cijeloj seriji proizvoda
- mogućnost istovremene obradbe više obradaka
- oslobađanje viskokokvalificirane radne snage za druge razine iskoristivosti

Nedostaci:

- dugotrajna priprema proizvodnje
- visoka cijena ovakvih alata
- uporaba ograničena samo na jednu vrstu dijelova

### 2.1.4. Vrste steznih naprava

Razlikujemo 2 vrste steznih naprava:

#### a) Univerzalne stezne naprave

Imaju opću primjenu – nisu vezani za određenu tehnološku operaciju. U ovu skupinu spadaju stege, škripci, stezne glave kod tokarilica i bušilica, čahure, okretni stolovi i sl. Ove naprave se još nazivaju i standardne naprave.

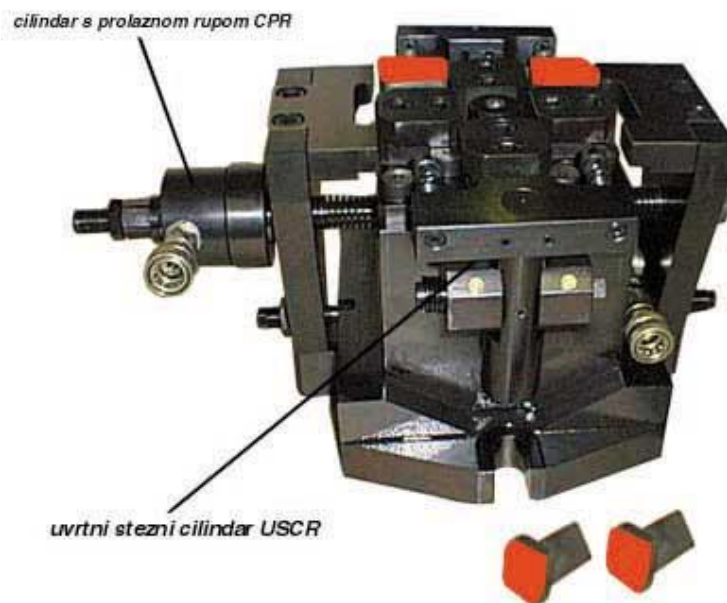


Slika 1. Univerzalne stezne naprave

#### b) Specijalne stezne naprave

Konstruiraju se za samo jednu tehnološku operaciju za određeni proizvod. Koriste se uglavnom pri serijskoj i masovnoj proizvodnji u metalnoj industriji. U maloserijskoj proizvodnji se koriste samo onda kada se bez njih ne može izvesti postupak obradbe. Ove naprave se ne mogu standardizirati, ali se pri njihovoj konstrukciji i izradi treba koristiti što je moguće više standardnih dijelova. Ekonomske analize troškova pokazuju kako je puno skuplje izrađivati vlastite specijalne alate s vlastitim dijelovima, nego koristiti standardne dijelove. Na taj se način postiže ušteda i u vremenu izrade steznog alata, a samim time i u pripremi proizvodnje.

Glavna karakteristika specijalnih steznih naprava je ta što povećavaju tehnološke mogućnosti strojeva na kojima su ugrađeni ili postavljeni.



Slika 2. Specijalna naprava za glodanje

### **2.1.5. Podjela steznih naprava:**

- Prema postupku obrade - stezne naprave za obradu rezanjem (tokarenje, bušenje, glodanje, itd.)
- Stezne naprave za oslanjanje i stezanje obradaka pri njihovoj obradi, kao i za postavljanje i stezanje reznih alata na stroju
- Stupnju mehanizacije – od ručnog posluživanja do potpune automatizacije rada
- Stupnju univerzalnosti – standardne stezne naprave te promjenjive stezne naprave za dijelove različitih oblika, diobeni aparat kod glodalice, strojni škripac
- Prema broju pozicija – jedno pozicione, više pozicione
- Prema konstrukciji

### **2.1.6. Podjela specijalnih steznih naprava**

- a) prema vrsti strojeva na kojima se koriste:
  - stezne naprave za bušilice,
  - stezne naprave za glodalice,
  - stezne naprave za tokarilice,
  - stezne naprave za brusilice i sl.
- b) prema proizvodima-za točno određenu vrstu proizvoda (blokovi motora, itd.)

### **2.1.7. Materijali za izradu steznih naprava**

Materijali koji se rabe za izradu steznih alata su vrlo različiti:

- konstrukcijski čelici (za cementiranje)
- čelici za poboljšavanje
- alatni čelici itd.

### 2.1.8. Elementi steznih naprava

Dijele se na jednostavne i složene.

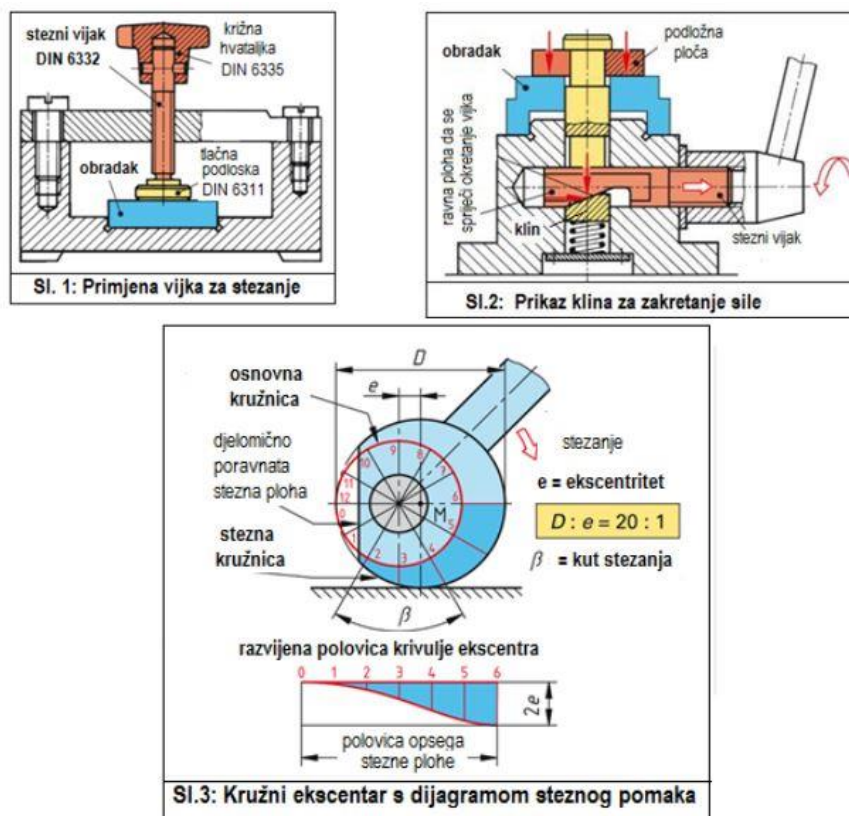
Jednostavni dijelovi su:

- zavrtnji – za direktno i indirektno pritezanje
- klinovi – imaju elemente samokočenja (značajni su kada je potrebno osigurati siguran rad)

Mogu biti ekscentrični, zavojni ili samocentrirajući.

- ekscentri se rabe u konstrukciji specijalnih alata (dijelimo ih na kružne i spiralne ekscentre)
- poluge za pritezanje – ravnog oblika s ravnim ili savijenim krajem.

Složeni elementi ili mehanizmi koriste jednostavne elemente, a mogu biti pogonjeni pneumatskim, hidrauličkim ili drugim sustavima.



Slika 3. Elementi za stezanje

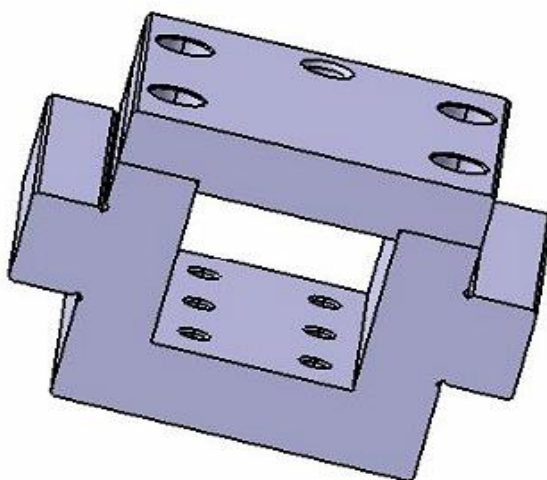
### 2.1.9. Standardni elementi steznih naprava

Prema funkcijama koje obavljaju u sklopu jednog steznog alata razlikujemo sljedeće elemente i mehanizme:

- tijelo alata
- elementi za lokalizaciju
- elementi za stezanje
- elementi za vođenje i određivanje početnog položaja steznog alata
- djelidbeni uređaji
- elementi za povezivanje dijelova steznog alata

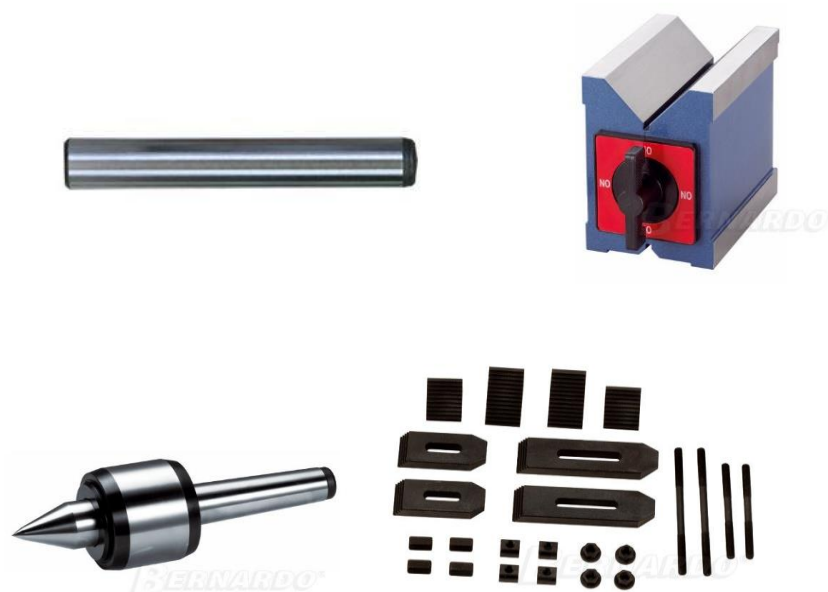
Tijelo alata je osnovni dio steznog alata koji povezuje sve dijelove u jednu funkcionalnu cjelinu. Na njemu se nalaze pričvršćeni elementi i uređaji za stezanje, lokalizaciju, vođenje reznog alata, različiti pomoćni uređaji, ručice za nošenje i sl. Mora zadovoljiti nekoliko uvjeta:

- biti dovoljno čvrsto i kruto,
- osigurati brzu lokalizaciju obratka
- lako odvođenje odvojenih čestica
- jednostavno i lagano pričvršćivanje na alatni stroj.



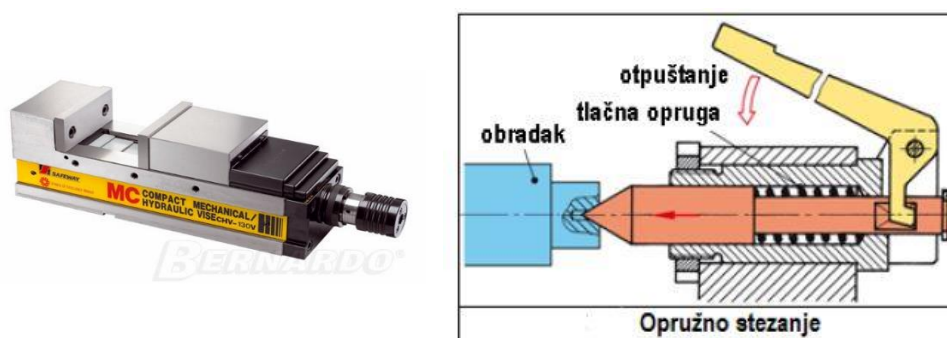
Slika 4. Tijelo naprave

Elementi za lokalizaciju se sastoje od alata, oslonaca (letve i prizme i trnovi), elemenata za centriranje itd.



Slika 5. Elementi za lokalizaciju i centriranje

Elementi za stezanje moraju ispuniti uvjete sigurnosti stezanja, omogućavanje efekta poluge (djelovanjem koje omogućuje da se sa što manjom silom na ručici postiže što veća sila stezanja), brzo i točno stezanje, mala količina prostora za stezni alat i sl.



Slika 6. Hidraulični škip i princip opružnog stezanja

Djelidbeni uređaji služe za učvršćivanje (fiksiranje) obraka u potreban položaj okretnog dijela steznog alata u odnosu na rezni alat. Sastoje se od okretne ploče za podešavanje s potrebnim brojem otvora i elemenata za učvršćivanje u određeni položaj. Ovi uređaji omogućavaju podjelu po kružnom ili duljinskom načinu.

Posao postavljanja steznog alata na alatni stroj treba povjeriti za to osposobljenim i iskusnim radnicima jer se određeni stezni alati stežu direktno na alatni stroj, na radnom vretenu ili su vezani pomoću posebne ploče – priрубnice. Sve površine moraju biti čiste kako bi se osiguralo kvalitetno nalijeganje površina.

#### **2.1.10. Održavanje steznog alata**

Vijek trajanja steznog alata prije svega ovisi o tome kako je postavljen na alatnom stroju, kako se radi sa steznim alatom tijekom njegova perioda eksploatacije i kako i na koji način se održava. Nepravilno rukovanje i nepravilno postavljanje steznog alata na alatnom stroju vrlo brzo će rezultirati oštećenjem i kvarom. Pri tome je obavezno pratiti kako se steže obradak – bez uporabe čekića, poluga i sl. pomagala koja će nepovratno oštetiti stezni alat. Elementi koji su izloženi trošenju – poput elemenata za lokalizaciju i stezanje obradaka, te elementi za vođenje reznih alata – moraju se s vremena na vrijeme kontrolirati i izmjeriti – ovisno o broju odrađenih radnih sati stroja. Po potrebi se navedeni dijelovi, ovisno o istrošenju, mijenjaju. Klizne površine koje su izložene trenju potrebno je redovito podmazivati. Po obavljenom poslu stezni alat treba, jednako kao i alatni stroj, očistiti od odvojenih čestica metala, prašine te sredstva za hlađenje i podmazivanje. Nakon toga je obavezno podmazati navedene dijelove.



## 2.2 Osnovne smjernice modeliranja

Ukratko će biti opisana pravila kojih se valja držati prilikom modeliranja dijelova (Part-ova), kako bi sami sebi olakšali posao, te mogućnost bezbolne izmjene na modelu. Ova pravila su općenita, te vrijede za modeliranje bilo kakvog dijela uz pomoć nekog softvera, u ovom slučaju za primjer korišten je SolidWorks. Nije potrebno strogo pridržavanje ovih pravila, te njihova prava primjena ovisi o modelu, te iskustvu u radu.

### NAPOMENA:

Zbog izvornih naziva i ne baš sasvim lako prevodljivog sadržaja istih na Hrvatski jezik kao i svih drugih termina i/ili skraćenica koji nemaju dovoljno dobar slobodan prijevod, korišteni su važeći nazivi ili oni nazivi kako ih prezentira proizvođač.

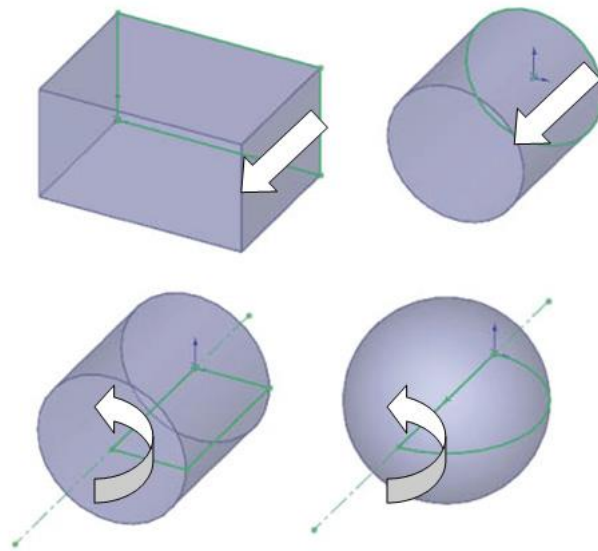
### 2.2.1. Uvodni dio

Kao što znamo, model nije moguće izmodelirati samo s jednim Feature-om (neke jednostavne modele je i moguće, npr. podloške), pa s toga ne treba trpati geometriju modela u što manje Feature-a. Sama organizacija modeliranja, raspored *Feature*-a ovisi o kompleksnosti modela, te je u pravilu povezana s načinom izrade stvarnog dijela obradom. Prilikom modeliranja valja se voditi tom logikom izrade dijela, te na isti način modelirati model. Drugim riječima, model se gradi dodavanjem i oduzimanjem geometrije (materijala), dok se u pravilu zaobljenja (*Fillet*) i skošenja (*Chamfer*), dodaju nakon glavne geometrije.

Pravilnim modeliranjem, postiže se veća produktivnost prilikom izmjena na modelu, izrade tehničke dokumentacije, pripreme tehnologije izrade, njegovu postojanost prilikom drastičnih promjena dimenzija i geometrije. U takvom modelu, svatko se može snaći, to znači da netko od radnih kolega ili poslovnih partnera, u posjedu modela, može vrlo brzo pronaći geometriju i *Feature* koje treba prilagoditi ili promijeniti.

### 2.2.2. Sketch- skica

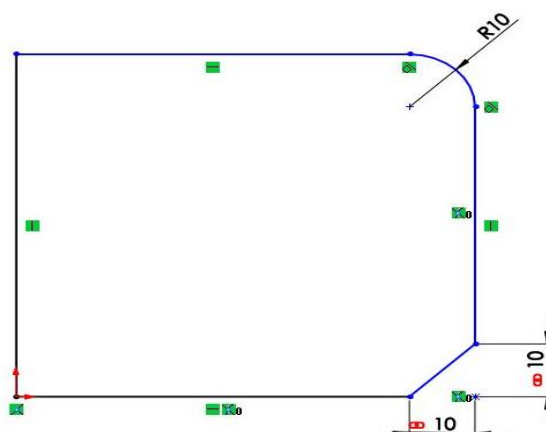
S obzirom da je početak svakog modela *Sketch*, odnosno skica, postoje određena pravila kojih se je potrebno pridržavati prilikom izrade skica u modeliranju.



Slika 7. Prikaz nekih situacija kod modeliranja

#### a) Jednostavnost

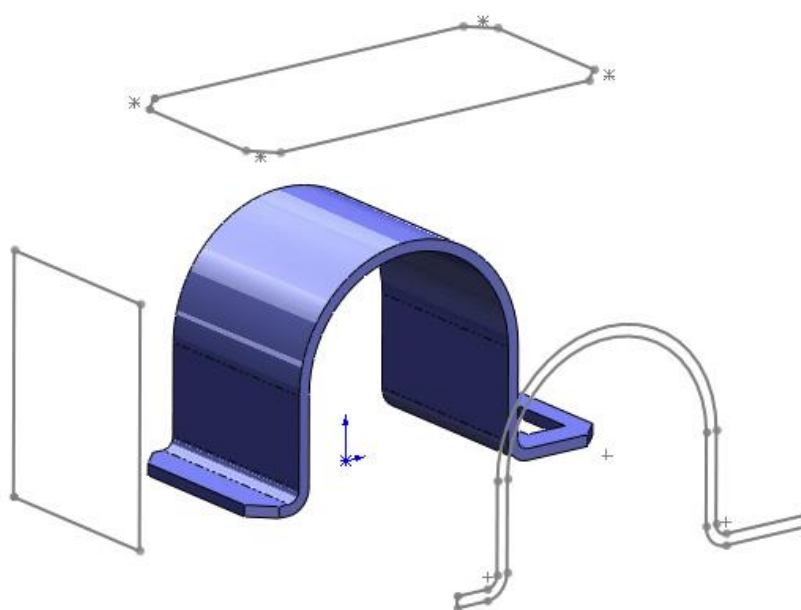
Geometrija u skici treba biti jednostavna. To znači da u skici nije potrebno detaljirati geometriju modela, odnosno drugim riječima, zaobljenja, skoženja te poneki provrti se ne rade u samoj skici, već se koriste *Feature Fillet*, *Chamfer*, *Hole Wizard*. Također, potrebno je izbjegavati kompleksnu geometriju u skicama, već je potrebno geometriju razbiti na više *Feature-a*.



Slika 8. Primjer skošenja i zaobljenja u skici

Jednostavnom skicom olakšava se pronalaženje kota i mijenjanje njihovih vrijednosti, olakšava se promjena oblika geometrije u samoj skici, te ubrzava regeneriranje (*Rebuild*) modela nakon promjena.

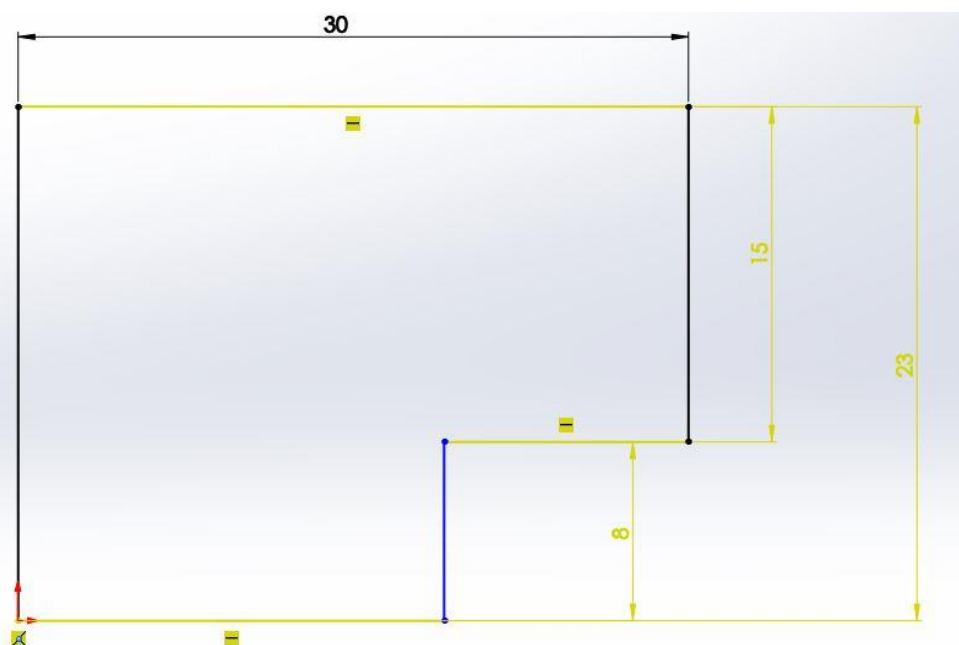
Naravno u nekim slučajevima, ovisno o vrsti dijela kojim se modelira, lakše je u samoj skici napraviti zaobljenja (različiti profili čija geometrija nastaje provlačenjem presjeka po liniji putanje) ili kod kompleksnih modela, kod kojih nemoguće izbjeći kompleksnu skicu.



Slika 9. Odabir odgovarajuće početne skice

## b) Kotiranje- kote

Sve kote koje se nalaze u skici moraju biti u potpunosti definirane. To znači da je geometrija skice u potpunosti definirana s dimenzijama, te prilikom promjena vrijednosti dimenzija neće doći do neplanirane promjene oblika geometrije. Kada je linija skice crna znamo da je u potpunosti definirana, odnosno plava linija je nedefinirana. Kota označena žutom bojom je predefinirana kota, odnosno veličina je već zadana nekom kotom. Crvenom bojom kota označava nešto što je nemoguće izvesti.

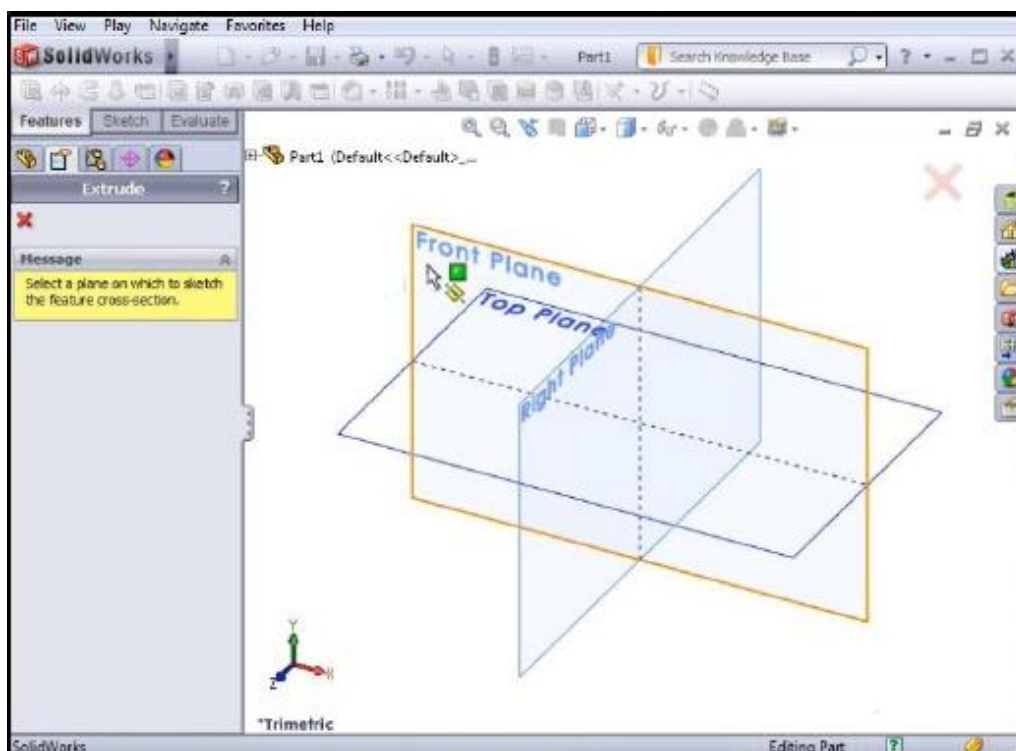


Slika 10. Primjer definirane i predefinirane skice

Druga bitna stvar koju valja istaknuti kod kotiranja, je način kotiranja. To se odnosi na referencu od koje kotiramo, odnosno referentnu površinu na dijelu, od koje će se kasnije prilikom izrade vršiti mjerenje i kontrola. Od tih istih površina potrebno je kotirati u skicama, dok se gradi model. Osim što na taj način postoji kontrola nad bitnim kotama u samom modelu, te iste kote se koriste prilikom izrade tehničke dokumentacije. Kada se kod izrade crteža koristi alat *Model Items*, on zapravo prikaže kote koje se nalaze u skicama. Na taj način dolazi do uštede vremena na kontrolu dimenzija u samome modelu, te na izradu tehničke dokumentacije, sve bitne kote koje se moraju nalaziti na nacrtu se već nalaze u samom modelu, potrebno ih je samo prikazati na nacrtu.

### 2.2.3. Reference

SolidWorks funkcioniše na način da gdje je sve jednoznačno određeno, odnosno vezano za nešto opipljivo u njegovom svijetu. Kada se počinje graditi model, prve skice referenciramo za početne ravnine.



Slika 11. Odabir ravnine za početni *Sketch*

Kako se dalje gradi i konstruira model referencira se za druge pomoćne i konstrukcijske ravnine i dijelove modela. Prilikom odabira reference na geometriji modela valja paziti da se odabere geometrija koja će ostati u modelu, čiji se oblik neće mijenjati, čija promjena vrijednosti dimenzija neće znatno utjecati na promjenu te iste geometrije. Drugim riječima, nema smisla referencirati se za neki dio geometrije, koji će kasnije biti obrisani tijekom revidiranja modela ili dio geometrije čija promjena će uzrokovati drastičnu promjenu oblika. Također, se ne smije referencirati za *Fillet* i *Chamfer feature*. Praksa za takve slučajeve je u kreiranju pomoćnih ravnina, osi, točaka, za koje se onda referenciramo. Na taj način izbjegnuti se problemi u slučaju gubitka ili drastične promjene geometrije modela.



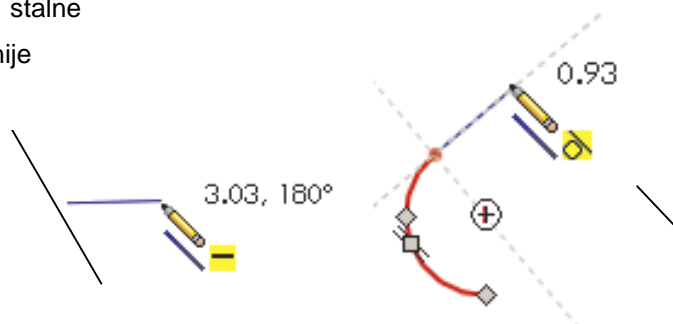
Slika 12. Alatna traka sa dimenzijama i relacijama

Simbo l	Značenje	Simbo l	Značenje	Simbo l	Značenje
	relacija oko osi X		relacija oko osi Y		relacija oko osi Z
	presjecište dvije plohe		koincidentnost		kolinearnost
	koncentričnost		koradialnost		jednakost
	jednake dužine linije		fiksno		horizontalnost
	presjecište		sredina linije, brida		offset
	na bridu		na površini		paralelnost
	okomitost		„pierce“		simetričnost
	tangentnost		vertikalnost		Potpuno definirana skica

Tablica 1. Simboli relacija u SolidWorksu

Na *slici 13* prikazan je slučaj ponuđenog rješenja kod skiciranja, kad je uključena podrška automatske dodjele relacija.

Relacija stalne horizontalnosti linije

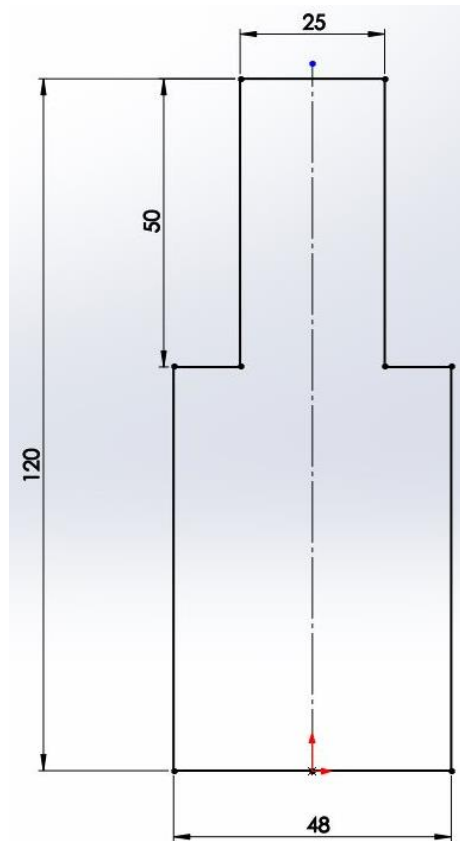


Relacija tangentnosti linije sa lukom

Slika 13. Automatska dodjela relacija u skiciranju

#### 2.2.4. Simetričnost

Svaki model koji je simetričan, potrebno je konstruirati simetrično u odnosu na ravnine modela. Simetričnost upotrebljavamo i kod *Extrude*-iranja, odnosno prilikom određivanja dubine *Feature*-a. Omogućeno je lakše sklapanje modela, izrazito je korisna simetričnost kod izrade nacрта, jer je na nacrtu potrebno prikazati simetralu, a ukoliko model nije modeliran simetrično, potrebno je kreirati dodatne ravnine i osi, kako bi na nacrtu bila prikazana simetričnost. Kod modela koje je rađen simetrično ne dolazi to takvih problema.



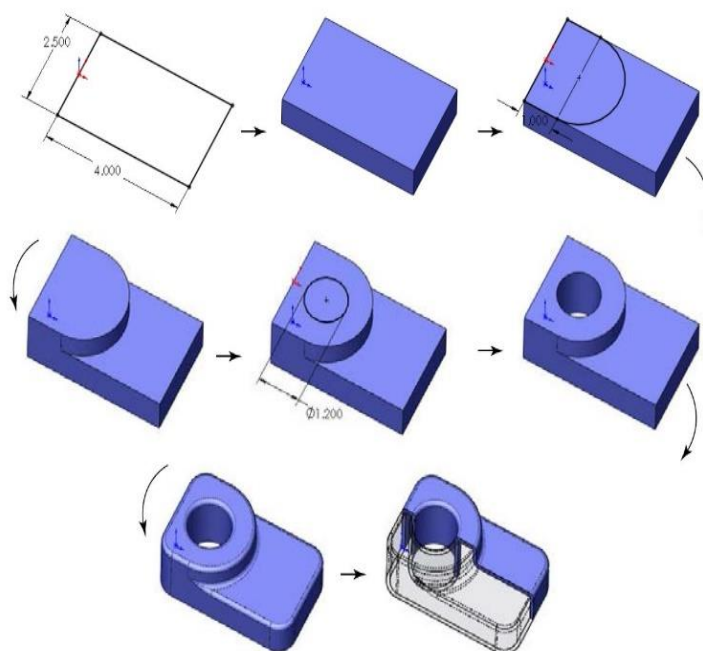
Slika 14. Primjer simetričnosti

### 2.2.5. Hijerarhija *Featurea*

Prilikom gradnje, odnosno konstruiranja modela, kao što je već spomenuto u uvodu, potrebno je voditi se logikom izrade stvarnog dijela. To označuje, da će se u modelu *Manager Tree-u* nalaziti *Featurea-i* koji dodaju geometriju (materijal), *Featurea-i* koji oduzimaju geometriju, konstrukcijski, pomoćni, *Fillet*, *Chamfer*, *Rib*, *Draft Featurea-i*, koji će u konačnici činiti model. Najbolja praksa prilikom gradnje modela je da se prvo napravi glavna geometrija dijela, tada se na nju dodaje sva ostala geometrija; utori, provrti, navoji, zaobljenja, skošenja, nagibi i itd.

Kod kompleksnih modela, pristup je drugačiji, naime zbog velikog broja *Featurea*, čovjek će se teško snaći, ako na kraju modela ima preko stotinjak zaobljenja i skošenja, a potrebno je promijeniti samo jedan od njih. Zato kod kompleksnih modela se grupe *Featurea* rade zajedno, odnosno grupiraju se u model *Manager Tree Featurea-i* koji se odnosi na jedan dio geometrije modela. Naprimjer, ako se radi o utoru određenog oblika, koji se nalazi na modelu, tada se sva zaobljenja, skošenja rade nakon tog *Featurea*, a ne na kraju modela.

1. Kreiranje skice
2. Ekstrudiranje (dodavanje materijala) skici
3. Kreiranje slijedeće skice
4. Ekstrudiranje druge skice
5. Kreiranje treće skice
6. Oduzimanje materijala trećom skicom
7. Primjena filleta (radijusa)
8. Shell (tankostjeno tijelo)

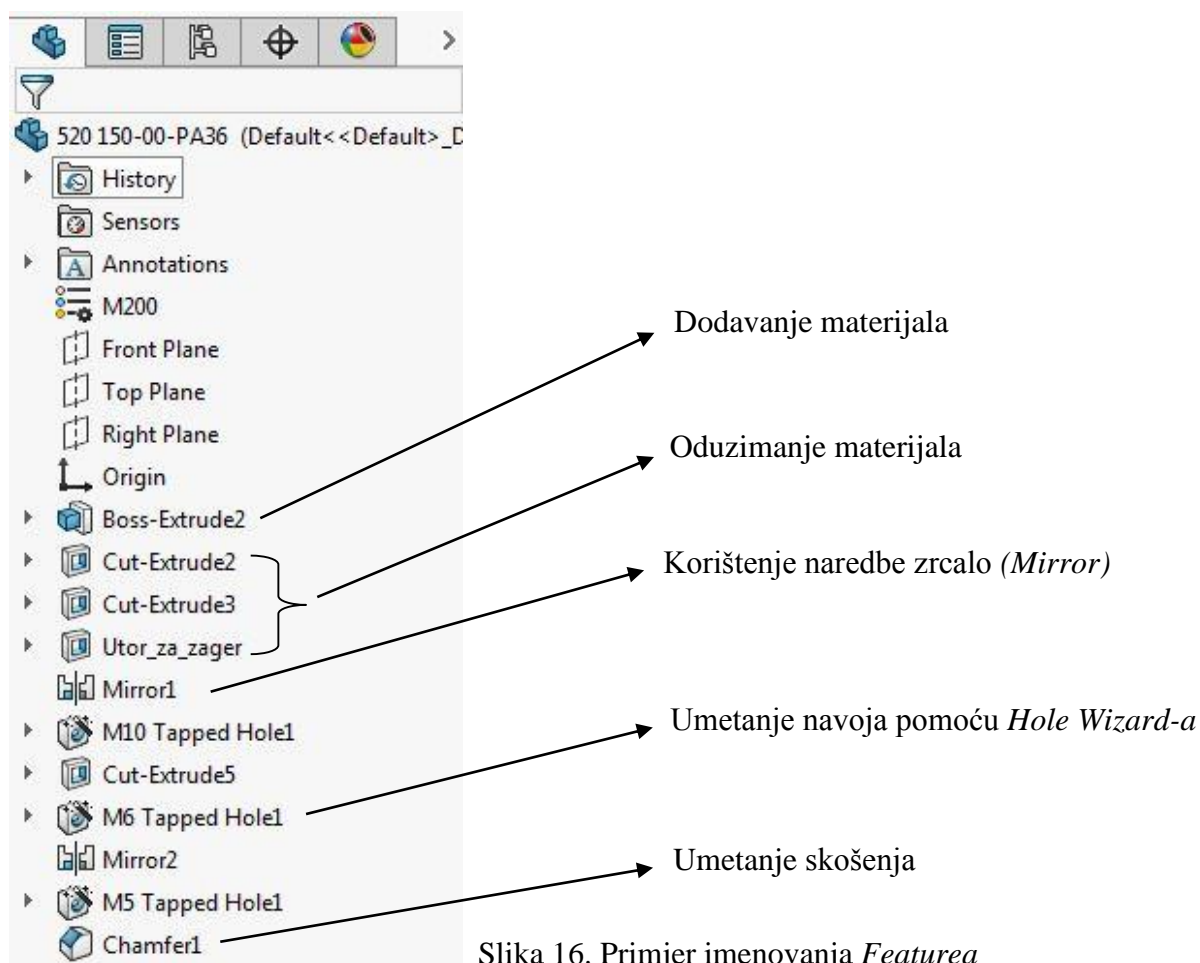


Slika 15. Princip "History Based" modeliranja



### 2.2.6. Označavanje *Featurea*

Jako korisna stvar je imenovati bitne *Featurea-e*. Na taj način, dolazi do ubrzanja pronalaska dotičnog *Featurea* u model *Manager Tree-u*. To što piše *Boss-Extrude*, ništa ne znači, ali ako piše *Upust\_za\_zeger* ili *Utor\_za\_klin*, znate točno o kojem se *Featurea-u* radi, gdje se nalazi na modelu i možete ga bez problema locirati u model *Manager Tree-u*. I osim *Featurea* geometrije, poželjno je davat imena i drugim *Featurea-ima*, kao naprimjer *Ravnina\_presjeka\_A*, *Kut\_nagiba*, *Os\_stroja*, itd. ovisno o namjeni *Featurea*. Ovakva praksa najviše je poželjna kod kompleksnih modela, jer omogućuje instant pronalaženje bitnih *Featurea*. Kod kompleksnih modela, poželjno je raditi odlomke u model *Manager Tree-u*, grupirajući određenu geometriju, kako bi se lakše mogli naći svi željeni *Featurea-i*. Postupak je tako da se doda jedan folder i preimenuje u potrebno ime.



Slika 16. Primjer imenovanja *Featurea*

### **2.2.7. Programski paket SolidWorks**

Tvrtka SolidWorks osnovana je 1993. godine, a od 1997. je u vlasništvu kompanije Dassault Systèmes vodećeg proizvođača PLM opreme, a i SolidWorksa. Sam SolidWorks je kompletan 3D alat koji omogućava kreiranje, simulacije i management podataka. SolidWorks je „user friendly“ aplikacija laka za učenje, a u radu sa mnogim intuitivnim i inteligentnim rješenjima čini alat koji pomaže razviti proizvod bolje, brže i jeftinije. Fokus „ease-to-use“ mnogim inženjerima, dizajnerima i ostalim tehnološkim profesionalcima koji se ranije nisu sretali s 3D programima, omogućava brzo usvajanje osnovna i preduvjeta za rad.

Područje primjene je široko i obuhvaća raznu industriju, strojarske konstrukcije, električne instalacije i elektronika, medicinske tehnologije, znanstvene discipline, razne potrošačke tehnologije, dizajn strojeva, auto i aero industrija, alatničarstvo, podučavanje i razvoj i slično.

Respektabilan podatak da oko 200.000 kompanija koristi SolidWorks, svrstava ga u sam vrh spram konkurencije. Neki od svjetskih brendova koji koriste Solidworks su Bosch, Garmin, Fanuc, Massachusetts Institute of Technology, Max Planck Institute of Nuclear Physics, US Army research laboratory.

Kada radimo sa SolidWorks-om, uglavnom radimo u jednom od tri režima rada, a to su režim za modeliranje dijelova, sklopova i nacрта. Dijelovi (Parts) se mogu smatrati osnovnim režimom rada, jer iz dijelova možemo nadalje praviti sklopove, kao i nacрте, odnosno tehničku dokumentaciju.

### **3. POSTAVKA ZADATKA**

Na osnovi zadanog zadatka diplomskog rada, proučavanjem problema, te potražnjom za boljim rješenjem od postojećeg, razgovorom u poduzeću, te sugestijama i uputama mentora, u ovom radu obraditi će se i dati slijedeće postavke i rješenja:

Prikazati izradu 3D modela u programskom paketu SolidWorks. Popratiti s detaljnim prikazom izrade.

- Prikazati konstrukcija naprave
- Prikazati detaljan pregled dokumentacije.
- Na kraju u analizi rezultata prikazati primjenu naprave u tvornici HS Produkt

## 4. IZRADA ZADATKA

### 4.1 Općenito o upucavanju oružja

Svako vatreno oružje nakon proizvodnje i sastavljanja treba namijestiti ciljnik, tj. upucati oružje. Oružje se upucava nakon skidanja i mjenjanja ciljnika. Postoje mnoge tehnike upucavanja, s ruke, nekih stalaka pa sve do specijalnih naprava. Svaka tehnika ima svojih prednosti i nedostataka. Budući da tvornica HS Produkt proizvodi vojno vatreno oružje, tj. jurišnu pušku, ovaj dio rada biti će vezan za upucavanje pušaka.



Slika 17. Primjer raznih naprava

Samo upucivanje može se vršiti u zatvorenome prostoru ili otvorenome prostoru na streljani. Ako se gađanje vrši na otvorenome prostoru, vrši se u povoljnim atmosferskim uvjetima, odnosno bez padalina, vjetra jačine do 4m/s. Gađanje se vrši na udaljenosti od 100 metara. Samim upucavanjem radi se točnost i preciznost.

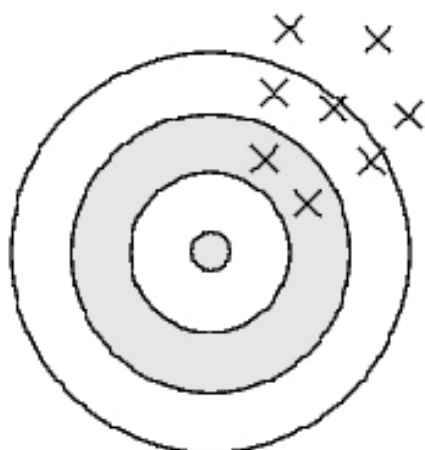
Preciznost je mjera pouzdanosti ili ponovljivosti rezultata, pogađanja mete. Preciznost se često pogrešno koristi na mjestu pojma točnost. Za razliku od točnosti, preciznost ne možemo definirati za jedno mjerenje, preciznost je sposobnost oružja da se ponovnim pucanjem izmjerena veličina, u ovom slučaju slika pogodaka, znatno ne mijenja, dok točnost opisuje odstupanje izmjerene veličine od njene stvarne vrijednosti. Preciznost i točnost dva su glavna problema svakog mjerenja, gdje preciznost označava stupanj podudaranja među različitim rezultatima istog mjerenja (ili više uzastopnih mjerenja). Točnost označava stupanj podudaranja prosjeka rezultata sa stvarnim vrijednostima.

#### a) Preciznost

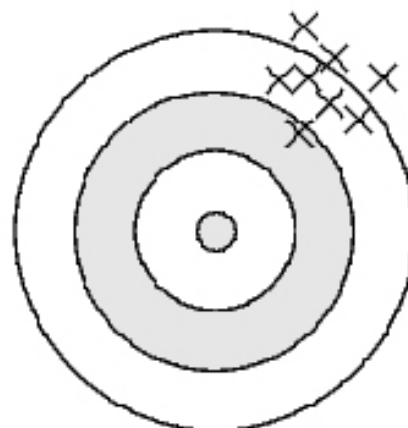
Općenito, u znanstvenom mjerenju, preciznost označava podudaranje rezultata dobivenih uzastopnim mjerenjima. Preciznost može označavati koliko usko su rezultati nekog uzorka grupirani oko nekog prosjeka. Preciznost se može izmjeriti na osnovi računa vjerojatnosti, te općenito vrijedi pravilo da je neki uzorak tim precizniji što je veći, zbog toga što se smanjuje slučajna pogreška uzorka. Dakle, laički rečeno, preciznost je mjera ponovljivosti rezultata.

#### b) Točnost

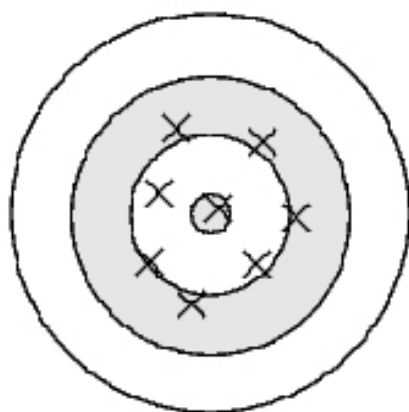
Točnost uzorka označava stupanj podudaranja prosjeka rezultata sa stvarnom vrijednošću prosjeka istog obilježja neke populacije (osnovnog skupa).



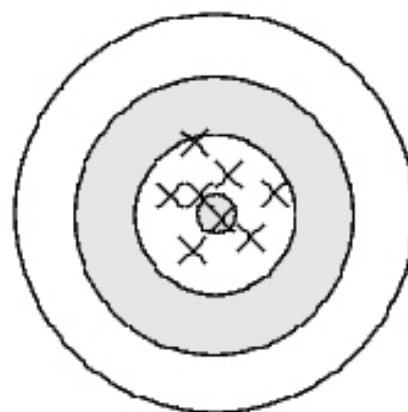
NEPRECIZNA I NETOCNA



PRECIZNA I NETOCNA



NEPRECIZNA I TOCNA



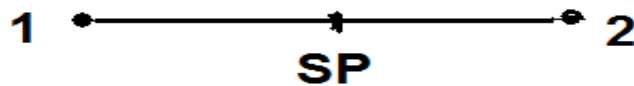
TOCNA I PRECIZNA

Slika 18. Prikaz razlike između točnosti i preciznosti

Točnost gađanja određuje se izračunavanjem srednjeg pogotka:

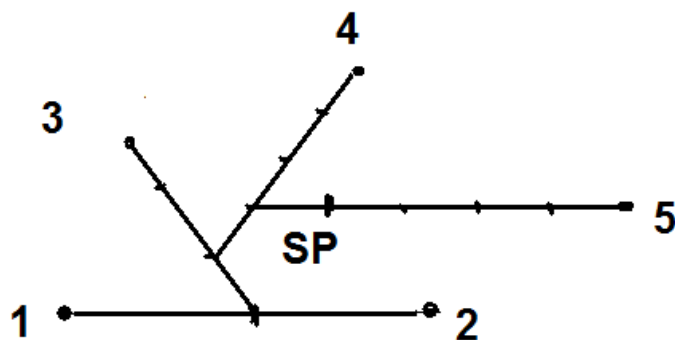
a) Grafički

Grafički se srednji pogodak određuje onda kada imamo manji broj pogodaka (2 do 5). Kada su dva pogotka, srednji pogodak je točka SP koja je na sredini dužine između ta dva pogotka, (slika 19).



Slika 19. Primjer sa 2 pogotka

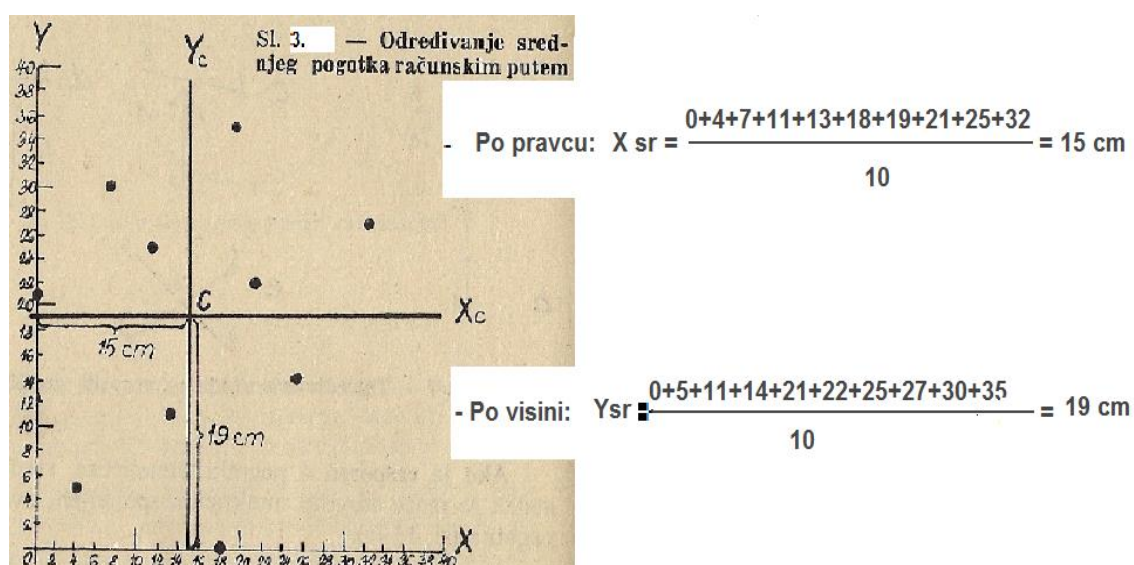
Kada imamo tri do pet pogodaka, srednji pogodak se određuje na slijedeći način: srednji pogodak za bilo koja dva pogotka spaja se s trećim pogotkom, pa se dobivena dužina podijeli na tri jednaka dijela. Točka najbliža srednjem pogotku Točka SP, koja leži na jednoj trećini rastojanja od točke SP, označava srednji pogodak za tri pogotka. Točku SP od tri pogotka spojiti linijom sa četvrtim pogotkom i podijeliti na četiri jednaka dijela. Točka najbliža SP prva tri pogotka označava SP za četiri pogotka. Peti pogodak spoji se linijski sa SP za četiri pogotka i podijeli na pet dijelova. Točka najbliža SP prva četiri pogotka predstavlja SP slike razbacivanja (slika 20).



Slika 20. Primjer sa 5 pogotka

## b) Računski

Računskim putem izračunava se srednji pogodak kad imamo više od 5 pogodaka. Prvo se povuče pravac X kroz sredinu najnižeg pogotka, na nju okomito pravac Y kroz sredinu pogotka koji je na lijevoj granici slike pogodaka. Potom se izmjere odstupanja svih pogodaka po pravcu (u odnosu na pravac Y) i po visini (u odnosu na pravac X). Na osnovi odstupanja svih pogodaka izračunava se srednja vrijednost (aritmetička sredina) odstupanja:



Slika 21. Prikaz računskog izračuna točnosti



## 4.2 Zahtjevi konstrukcije

Prije samog početka konstrukcije postavljeni su neki opći zahtjevi kao i zahtjevi samih radnika (pucača) koje je potrebno zadovoljiti. Zahtjevi su podijeljeni na „opće“ zahtjeve koji trebaju zadovoljiti već poznate kriterije naprave i na „posebne“ zahtjeve koje su postavili sami radnici, zato što u tvornici postoji već jedna naprava za upucavanje oružja ali postoje nedostaci pa zahtjeva unaprijeđenje.

### a) Opći uvjeti:

- Kruta konstrukcija
- Precizno i fino podešavanje; vertikalno i horizontalno
- Amortizacija naprave tijekom pucanja
- Dugotrajan vijek
- Izmjenjivost dijelova

### b) Posebni uvjeti:

- Horizontalno podešavanje jednom rukom
- Pogodno za desnjaka i ljevaka
- Laka promjena za drugo oružje, tj. više vrsta oružja (puške raznih proizvođača, bacač granata, itd.)
- Laki transport
- Mogućnost korištenja naprave za razna testiranja gdje radnik može doći do ozljeda koje mogu biti opasne po život, (razne prepreke, itd.)

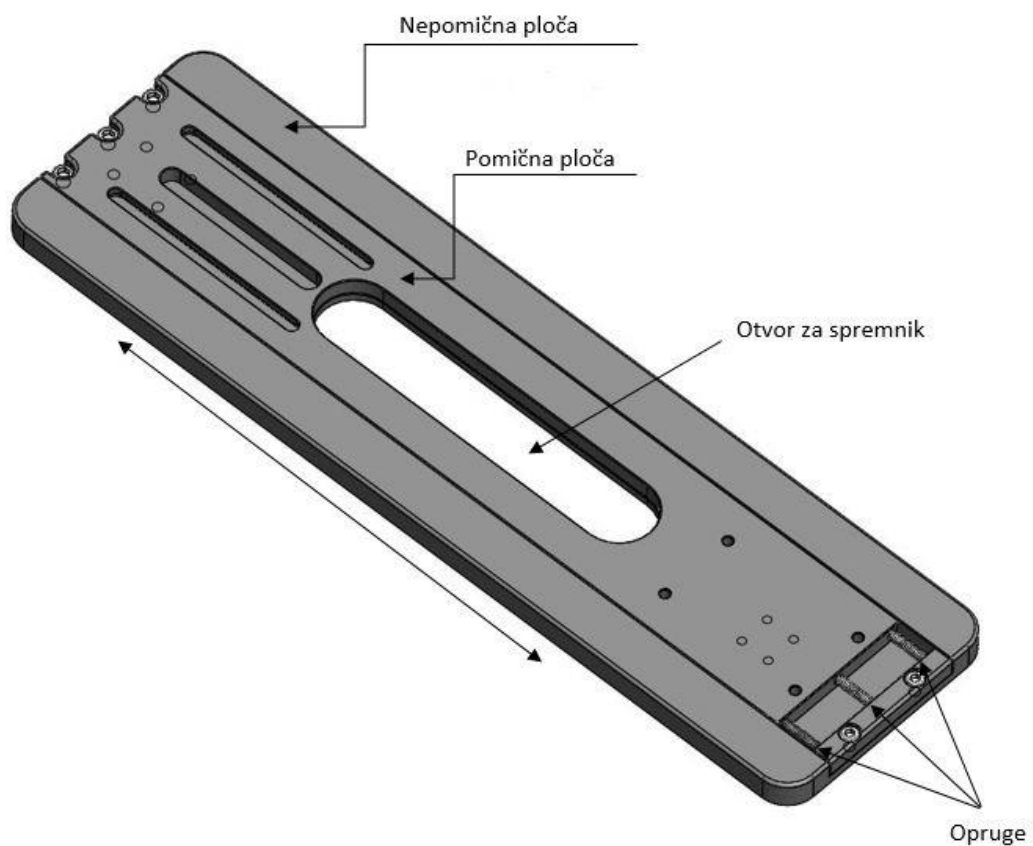
## 4.3 Konstrukcija naprave

Kod konstrukcije, naprava će biti podjeljena na više podsklopova radi lakše konstrukcije i lakšeg sastavljanja sklopova. Svi vijci su 12.9 čvrstoće zbog udarnih opterećenja.

NAPOMENA: zbog povjerljivosti podataka, materijal, površinska zaštita te originalna sastavnica neće biti prikazana.

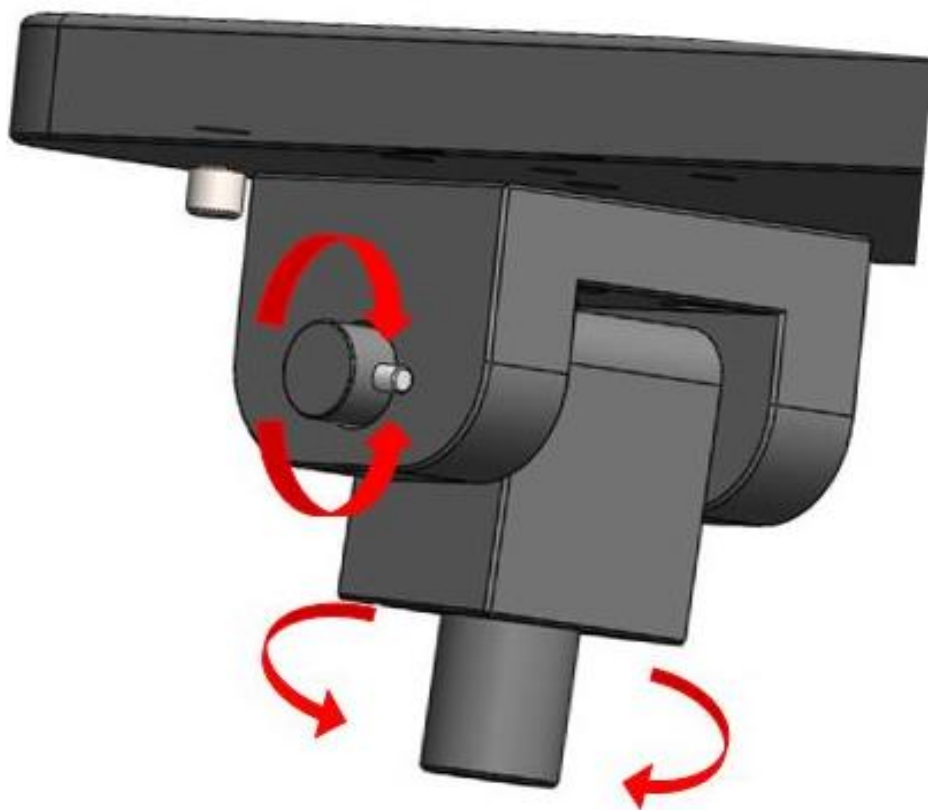
#### 4.3.1. Pomično postolje

Kod pomičnog postolja bitno je da amortizira pucanj između pucanja. Amortizacija je zamišljena na način da se nalazi „ploča u ploči“. Jedna ploča je nepomična, dok druga ploča koja se nalazi u toj nepomičnoj ploči je pomična. S jedne strane se nalaze opruge koje su u stlačenome stanju i drže pomičnu ploču u prednjome položaju. U oprugama se nalaze vodilice, koje sprječavaju lomljenje i presavijanje opruge. Prednja strana je graničena s vijcima.



Slika 22. Pomično postolje

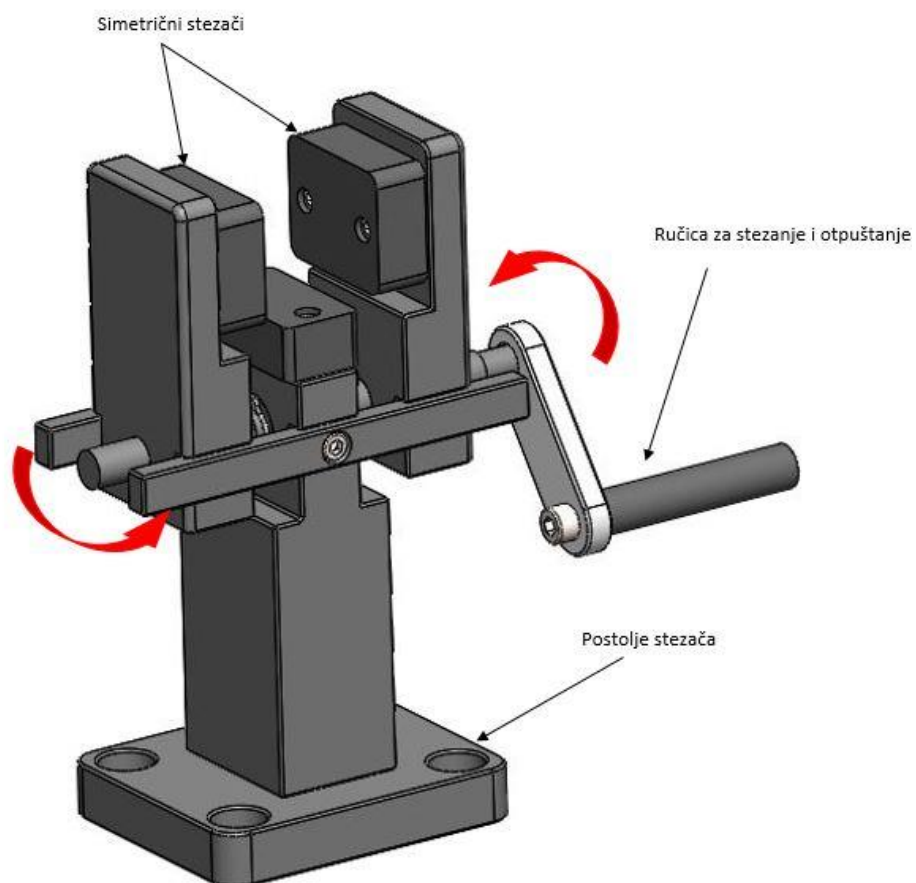
Potrebno je da je prednji dio pomičnog postolja zglobno vezan, a zadnji dio slobodan. Razlog tome je podešavanje koje se vrši sa zadnje strane. Važno je da zglob omogućava rotaciju oko dvije osi.



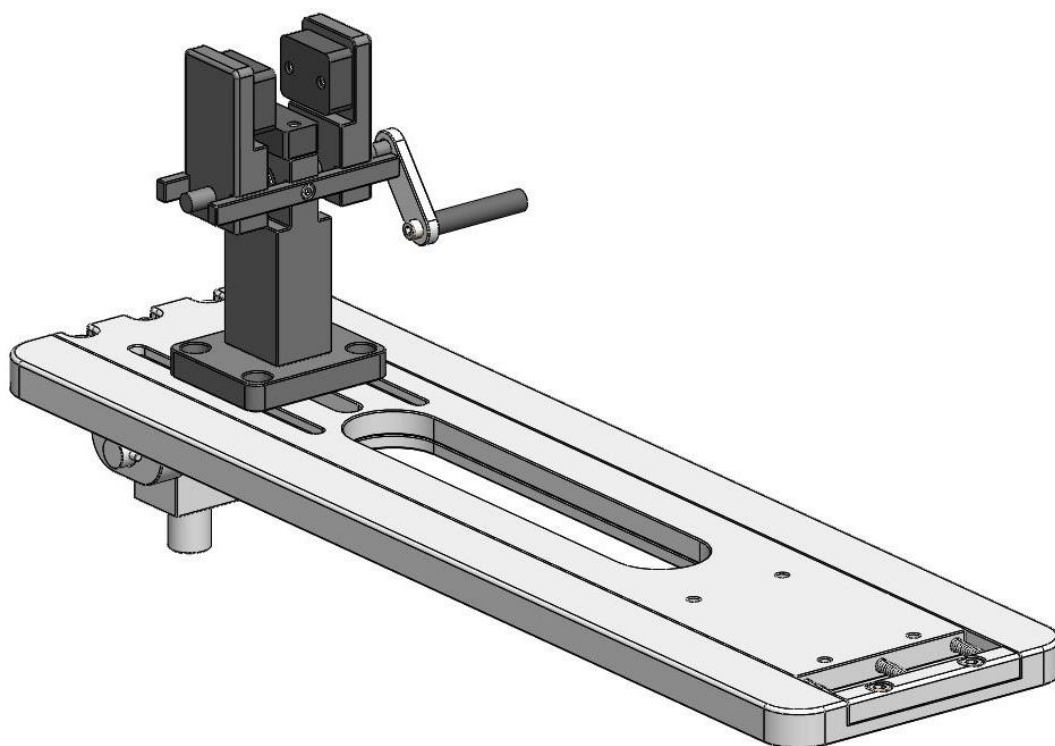
Slika 23. Prednji zglob

#### 4.3.2. Prednji stezač

Prednji stezač puške je namijenjen stezanju prednjeg dijela puške. Kod posebnog uvjeta, zahtjeva se lako dodatno podešavanje po dužini, zbog različitih vrsta oružja, odnosno pušaka. Prednji stezač se postavlja na pomičnu ploču na postolju. Priteže se vijcima koji imaju oslobođenje po dužini koji služe za dodatno podešavanje. Na bočne stezače je postavljena guma da se tokom stezanja i pucanja ne ošteti oružje.



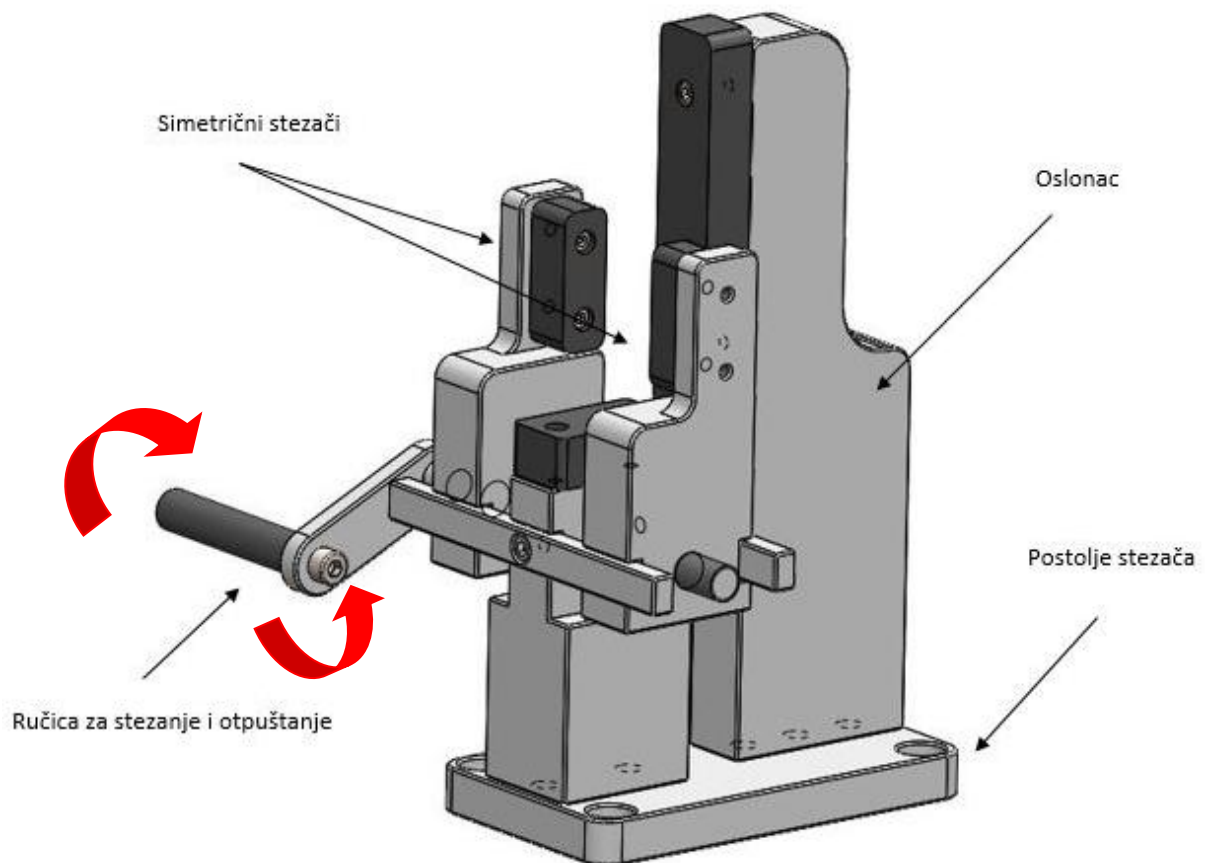
Slika 24. Prednji stezač



Slika 25. Prednji stezač na pomičnom postolju

#### 4.3.3. Zadnji stezač sa osloncom

Zadnji stezač je veoma sličan prednjem stezaču, on se nalazi na pomičnoj ploči i nema potrebe za dodatno podešavanje po dužini nego je fiksiran na pomičnoj ploči. Na postolju od stezača nalazi se i oslonac. Oslonac treba biti krut zbog udarnih opterećenja puške tokom pucanja, pogotovo kod raznih ispitivanja gdje je taj udarac posebno izražen. Oslonac ne smije biti previše dužinski širok zato što širi oslonac otežava ciljanje radniku koji puca i podešava ciljnik. Na oslonac i bočne stezače je postavljena guma da se tokom stezanja i pucanja ne ošteti oružje.



Slika 26. Zadnji stezač sa osloncem

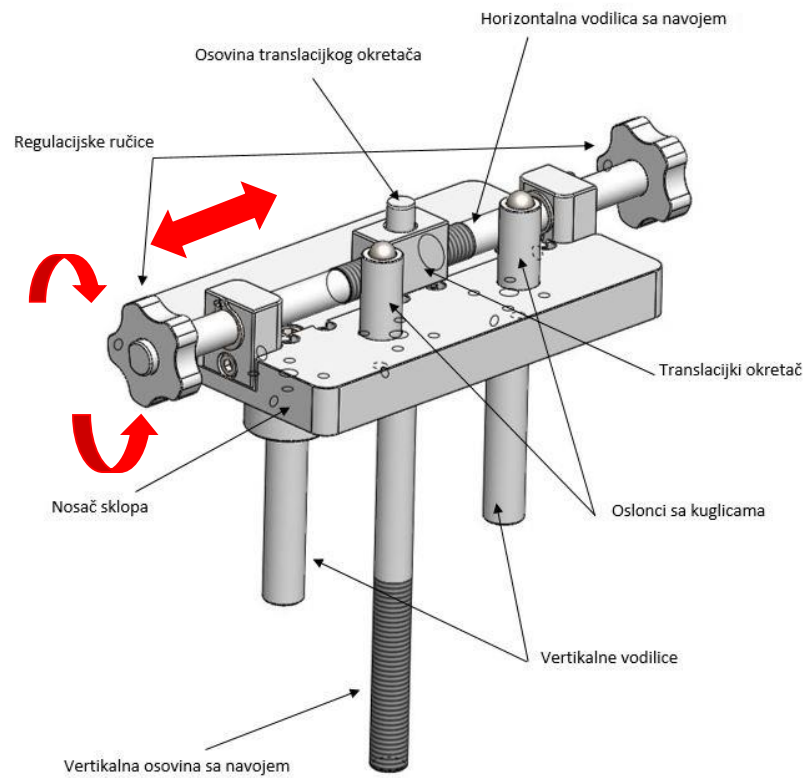
#### **4.3.4. Regulacijski sklop- podešavanje vertikalno i horizontalno**

Ovaj sklop je podijeljen horizontalno i vertikalno podešavanje. Kako je sklop rastavljen na dva podsklopa, tzv. vertikalni sklop podiže cijeli horizontalni sklop, odnosno horizontalni sklop se nalazi iznad vertikalnog sklopa.

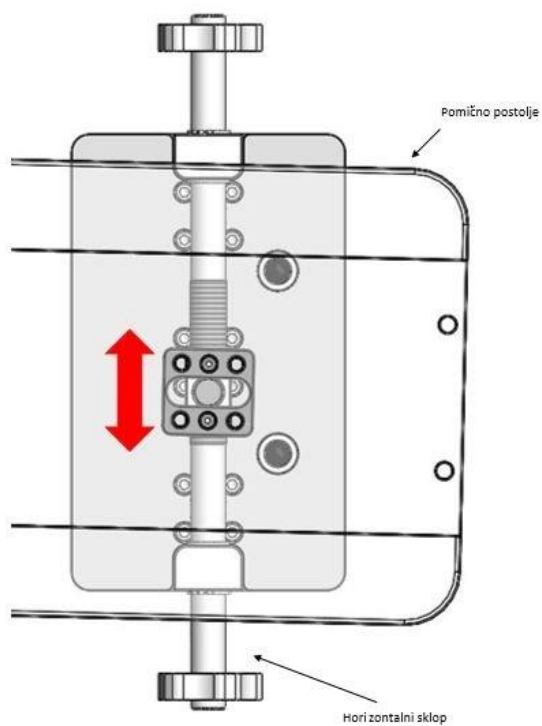
##### **a) Horizontalno podešavanje**

Kod horizontalnog podešavanja je bio uvjet da se može podešavati sa jednom rukom i da bez problema podešava dešnjak i lijevak. Ovaj sklop pomiče kompletno pomično postolje koje je s prednje strane vezano zglobom, a zadnja strana naslonjena na horizontalni sklop.

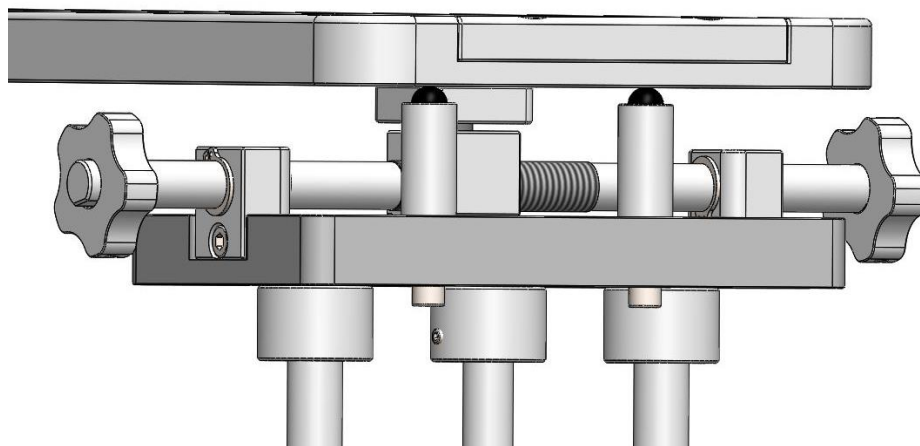
Okretanjem regulacijske ručice (lijeva ili desna) okreće se horizontalna vodilica sa navojem. Ona pomiče translacijski okretač s osovinom koji ima vođenje na nosaču sklopa. Osovina translacijskog okretača je smještena u graničnik okretača koji se nalazi na pomičnom postolju, gibanjem osovine translacijskog okretača lijevo-desno pomiče se pomično postolje (lijevo ili desno). Pomično postolje se ne naslanja na osovinu nego na oslonce s kuglicom, zbog toga jer kuglice omogućuju lakšu translaciju. (Slika 27 i 28). Vertikalne vodilice i osovina s navojem omogućuju translaciju sklopa vertikalno.



Slika 27. Horizontalni sklop



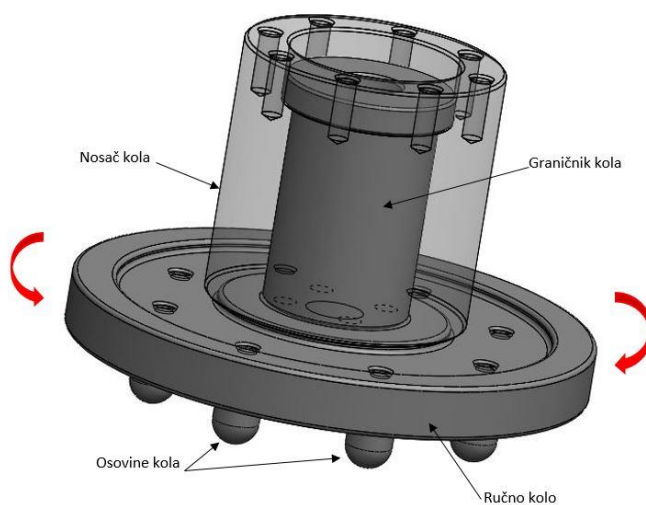
Slika 28. Prikaz horizontalne translacije



Slika 29. Prikaz oslonca i pomičnog postolja

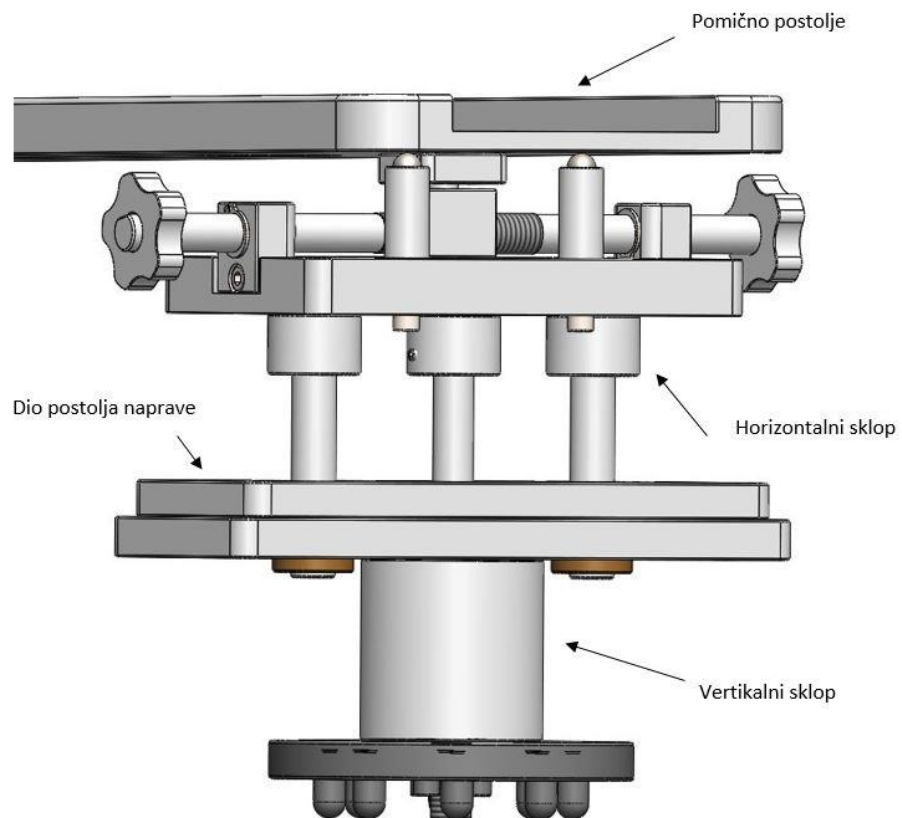
#### b) Vertikalno podešavanje

Vertikalnim podešavanjem podižemo horizontalni sklop. Ovaj sklop je povezan na postolje naprave. Sklop je konstruiran na način da se nalazi „cijev u cijevi“. Nosač ručnog kola je fiksno povezan s postoljem naprave. U njemu se nalazi graničnik ručnog kola koji kroz sebe ima prolazni navoj. Ručno kolo pričvršćeno je na graničnik kola. Kroz graničnik kola prolazi vertikalna osovina s navojem koja je dio horizontalnog sklopa. Okretanjem ručnog kola okreće se graničnik kola koji preko navoja podiže horizontalni sklop. Vertikalne vodilice spriječavaju okretanje horizontalnog sklopa te omogućuju vertikalnu translaciju. Na ručno kolo stavljene su manje osovine radi lakšeg okretanja.

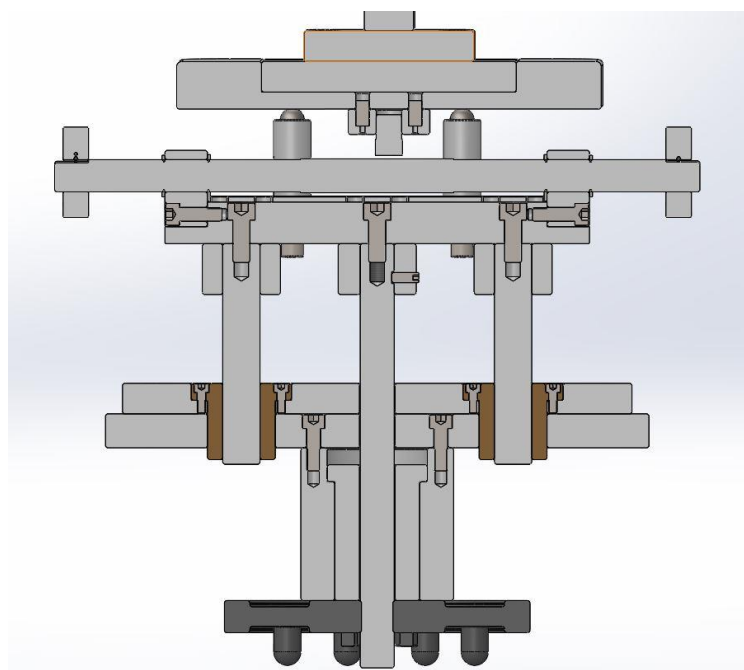


Slika 30. Vertikalni sklop





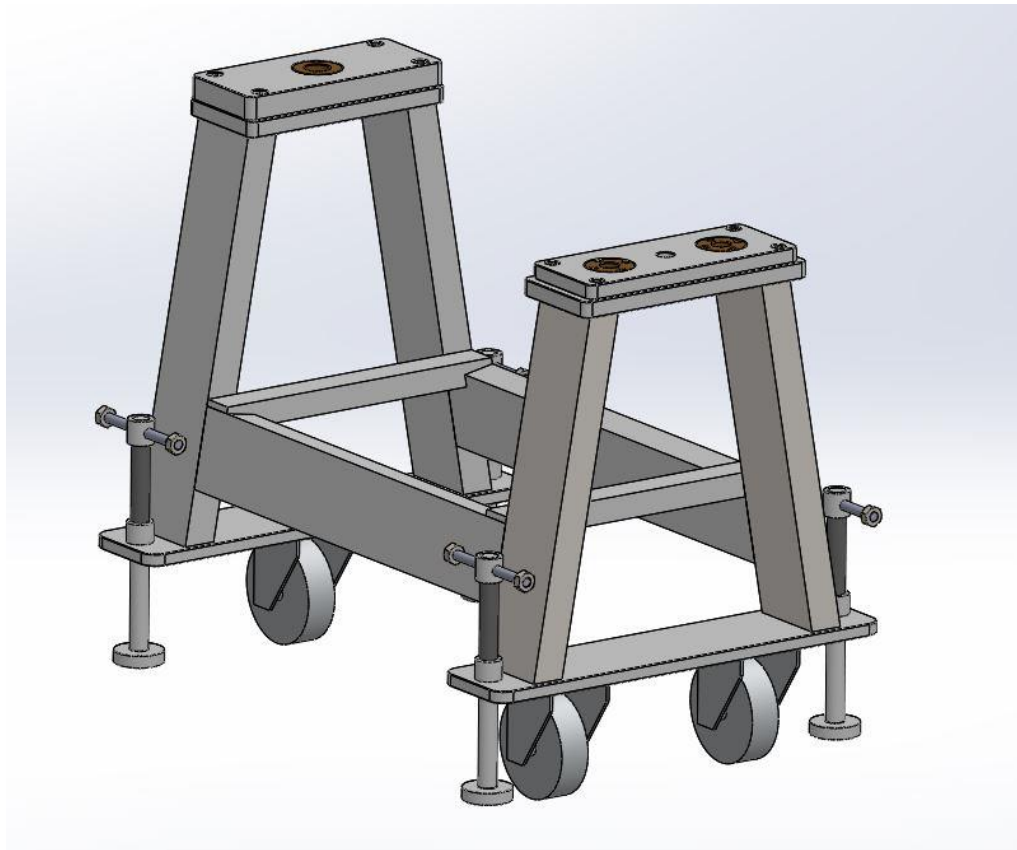
Slika 31. Prikaz kompletnog regulacijskog sklopa



Slika 32. Presjek regulacijskog sklopa

#### 4.3.5. Postolje naprave

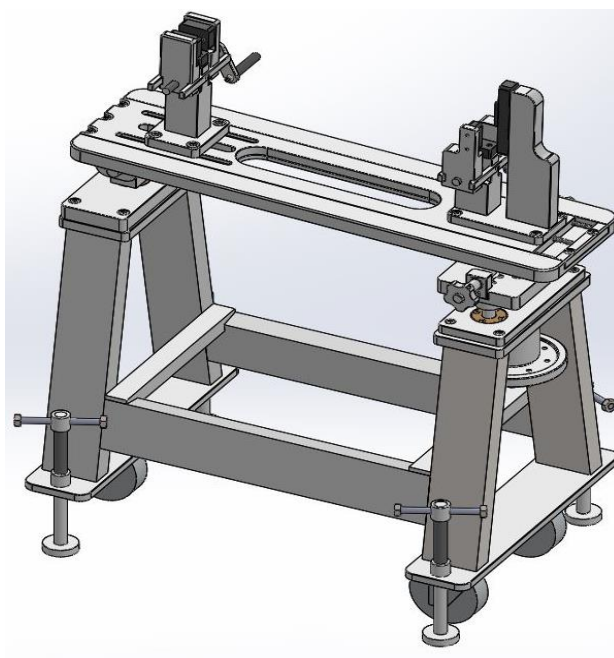
Postolje naprave mora biti krute konstrukcije, lakog transporta i kod samog pucanja ne smije se pomicati. Kod odabira materijala, uzet je materijal crne metalurgije koji se lako vari. Radi potrebe za težinom uzet je materijal 4mm debljine. Na postolje naprave su postavljeni transportacijski kotači radi transporta, na prednju stranu jedan s mogućnošću okretanja i iza dva kotača bez mogućnosti okretanja. Ovaj raspored kotača je određen zbog težine, zbog toga što je zadnji dio naprave poprilično teži od prednjeg dijela. Budući da ne možemo pucati dok je naprava samo na kotačima, napravljeni su tzv. stabilizatori koji podignu napravu iznad transportacijskih kotača. Time je postignuta stabilnost i točnost naprave.



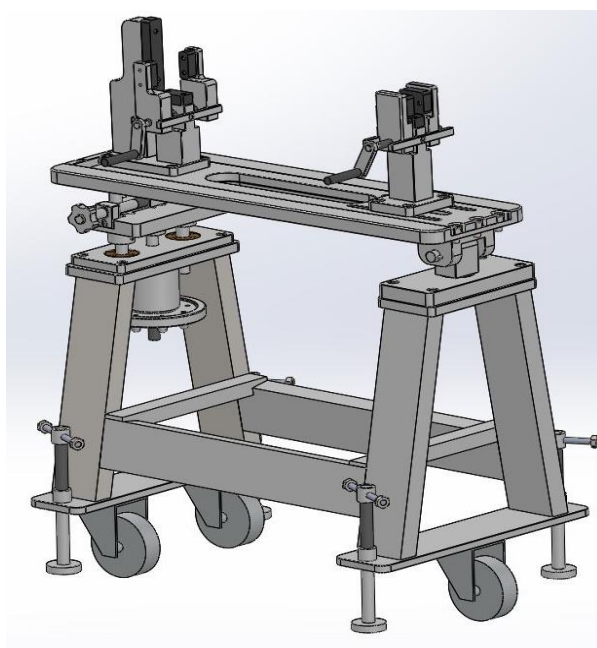
Slika 33. Postolje naprave

#### 4.3.6. Prikaz gotove naprave

Izrada konstrukcije i tehničke dokumentacija je trajala otprilike 2 tjedna.



Slika 34. Gotova naprava



Slika 35. Gotova naprava

## 5. ANALIZA DOBIVENIH REZULTATA

U analizi dobivenih zadataka biti će prikazana kako izgleda naprava i kako je korištena u praksi. Izrada naprave u proizvodnji trajala je otprilike 3 tjedna. Prije završne površinske zaštite naprava je bila složena i isprobana, radi same sigurnosti da nije došlo do nekih nepredvidivih nedostataka. Kompletna naprava sadrži 246 dijelova (s vijcima i ostalim dijelovima)



Slika 36. Prikaz gotove naprave



Slika 37. Puška u napravi



Slika 38. Prikaz pucanja iz naprave

## 6. ZAKLJUČAK

U ovome završnome radu izvršena je konstrukcija naprave za upucavanje vatrenog oružja koja se najviše koristi u vojnoj tehnici. Uporabom SolidWorks programskog paketa, izrazito je olakšana konstrukcija naprave. Korištenje SolidWorks-a kao alat za konstrukciju dijelova, jednostavnije se mogu konstruirati dijelovi, kao i raditi eventualne preinake uslijed otkrivanja nekih nedostataka prilikom konstrukcije što olakšava i čini proizvodnju jeftinijom i bržom.

Razlog izrade nove naprave bila je potreba za povećanjem količine upucavanja oružja i poboljšanjem kvalitete upucavanja, te rješavanje nekih od nedostataka dosadašnje naprave kao što je bio transport, pomicanje naprave tokom pucanja, te neudobnost kod podešavanja pri pucanju. Uočeni nedostaci u dosadašnjoj napravi, riješili su se uvođenjem nove stezne naprave za upucavanje. Postignuti rezultat je bilo novo, kvalitetnije upucavanje, odnosno preciznije. Konstrukcijom nove naprave uštedeno je vrijeme upucavanja i smanjena je količina potrošene municije odnosno metaka koja u financijskom pogledu doprinosi uštedi.

Ovaj završni rad pokazuje kako investiranje u proizvodnju, tehnološki napredak, te ulaganjem u izradu novih, efikasnijih i ekonomičnijih steznih naprava rezultira isplativošću.

## 7. LITERATURA

[1] Rebec, B.: Naprave (konstrukcija, izrada i eksploatacije), Sveučilište u Zagrebu, 1974.g.

[2] Rebec, B.: Analiza pristupa projektiranju naprava ugradnjom elemenata male automatizacije, Strojarsvo 13 (1971), 1, 19-28

[3] Pavić, A.: Alati i naprave-predavanje, VUKA, 1999. (interno)

[4] Pavić, A.: Skripta iz kolegija obradni sustavi, Ekonomika obrade, (interno), Veleučilište u Karlovcu, 2003.g.

[5] [www.fsb.hr](http://www.fsb.hr): Zavod za tehnologiju, Katedra za alatne strojeve

[6] <http://www.solidworks.com/>

[7] [www.proegurus.com](http://www.proegurus.com)

[8] Automatske puške i puškomitraljezi, Savezni sekretarij za narodnu obranu, 1985.g.

[9] Automatska oružja, Tehnički remont i zavod, 1979. g.

[10] Kompleti specijalnog alata za naoružanje kalibara 7.62mm, knjiga I i II, (čuvanje, održavanje, upotreba i imenik sastavnih dijelova), 1982. g.

## 8. PRILOZI

Tehnička dokumentacija ;

- Sklopni nacrti
- Radionički nacrti